E@D Leite
cursos a distância

Produção de leite de qualidade

Módulo 1

Novembro 2019

Embrapa
Gado de Leite

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Leite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Produção de leite de qualidade

Foto: Ricardo Costa

Cláudio Antonio Versiani Paiva
Vânia Maria de Oliveira
Maria Aparecida V. Paiva e Brito

Ano 3, nº 4, novembro / 2019

Embrapa
Juiz de Fora, MG

Unidade responsável pelo conteúdo
Embrapa Gado de Leite

Unidade responsável pela edição
Embrapa Gado de Leite

Comitê de Publicações de Embrapa Gado de Leite

Presidente
Pedro Braga Arcuri

Secretária-executiva
Inês Maria Rodrigues

Membros
Cláudio Antônio Versiani Paiva, Edna Froeder Arcuri, Fábio Homero Diniz, Fausto de Souza Sobrinho, Fernando César Ferraz Lopes, Francisco José da Silva Lêdo, Frank Ângelo Tomita Brunelli, Jackson Silva e Oliveira, José Luiz Bellini Leite, Julieta de Jesus da Silveira Neta Lanes, Letícia Sayuri Suzuki, Naiara Zoccal Saraiva, Rita de Cássia Palmyra da Costa Pinto, Virgínia de Souza Columbiano Barbosa.

1ª edição

Coordenação editorial
Luiz Ricardo da Costa

Supervisão editorial
Luiz Ricardo da Costa

Adaptação de linguagem e conteúdo
Cláudio Antônio Versiani Paiva, Luiz Ricardo da Costa, Rita de Cássia Bastos de Souza, Rosangela Zoccal

Revisão editorial e organização
Rosangela Zoccal

Revisão Gramatical
Luiz Ricardo da Costa, Rita de Cássia Bastos de Souza

Adaptação pedagógica
Rita de Cássia Bastos de Souza

Normalização bibliográfica
Inês Maria Rodrigues (CRB 6/1689)

Projeto gráfico, editoração eletrônica e tratamento das ilustrações
Adriana Barros Guimarães, Luiz Ricardo da Costa

Ambiente Virtual
Vanessa Maia Aguiar de Magalhães, Luiz Ricardo da Costa

Colaboração
Alessandro de Sá Guimarães, Guilherme Nunes de Souza, Luciano Castro Dutra de Moraes, Rosângela Zoccal

Equipe editorial
Cláudio Antônio Versiani Paiva, Luiz Ricardo da Costa, Rita de Cássia Bastos de Souza, Rosangela Zoccal, Vanessa Maia Aguiar de Magalhães

Capa
Adriana Barros Guimarães

Fotos

Luiz Ricardo da Costa, Rosangela Zoccal, Vanessa M. A. de Magalhães

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em partes, constitui violação dos direitos autorais) Lei Nº 9.610).

Dados Internacionais de catalogação na publicação (CIP)
Embrapa Gado de Leite

Paiva, Cláudio Antonio Versiani.
Produção de leite de qualidade – Módulo 1: conceitos e parâmetros de qualidade do leite. / Cláudio Antonio Versiani Paiva, Vânia Maria de Oliveira e Maria Aparecida V. Paiva e Brito. – Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 2019.
37 p. il. color.

Coleção E@D Leite

1. Composição do leite. 2. CCS. 3. CTB. 4. Crioscopia. 5. Resíduos químicos. 6. Antimicrobianos. 7. Pagamento por qualidade. I. Oliveira, Vânia Maria de. II. Brito, Maria Aparecida V. Paiva e. III. Título. IV. Série.

CDD 636.0862

Inês Maria Rodrigues (CRB 6/1689)

© Embrapa 2019

Autores

Cláudio Antonio Versiani Paiva
Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Vânia Maria de Oliveira
Médica-veterinária, doutora em Ciências - Saúde Animal, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Maria Aparecida V. Paiva e Brito
Médica-veterinária, doutora em Microbiologia e Imunologia, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Gado de Leite

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Produção de leite de qualidade

Módulo 1: Conceitos e parâmetros de qualidade do leite

Módulo 2: Procedimentos de ordenha e armazenamento do leite

Módulo 3: Manutenção e higienização do equipamento de ordenha e tanque de refrigeração

Cláudio Antonio Versiani Paiva
Vânia Maria de Oliveira
Maria Aparecida V. Paiva e Brito

Sumário do módulo 1 - Conceitos e parâmetros de qualidade do leite

8 Objetivo

8 Conteúdo

8 Composição do leite

13 Parâmetros de avaliação da qualidade do leite

29 Evolução da legislação relacionada ao leite cru no Brasil

33 Impactos da qualidade do leite para o produtor, indústria e consumidor

35 Resumo

36 Referência

Sumário do módulo 2 - Procedimentos de ordenha e armazenamento do leite

Sumário do módulo 3 - Manutenção e Higienização do equipamento de ordenha e tanque de refrigeração

Módulo 1. Conceitos e parâmetros de qualidade do leite

Objetivo

Neste primeiro módulo, você receberá informações a respeito dos principais indicadores de qualidade do leite cru refrigerado e dos parâmetros relacionados à qualidade do leite. Serão abordados os requisitos de qualidade vigentes no Brasil e em alguns países e as consequências da obtenção de um leite de alta ou baixa qualidade para a indústria, produtor e consumidor.

Conteúdo

Nesta parte do curso, você vai aprender sobre: a composição do leite, os principais parâmetros utilizados para medir a qualidade, como a contagem de células somáticas, contagem bacteriana total, crioscopia (medida do congelamento do leite) e presença de resíduos químicos no leite. Serão abordados também os parâmetros legais brasileiros e as consequências da alta ou baixa qualidade do leite para o produtor, indústria e consumidor.

1.1 Composição do leite

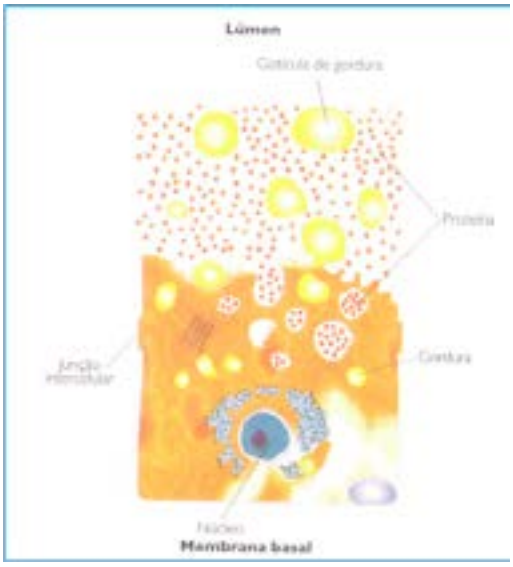
A glândula mamária é formada pelos tecidos conjuntivo fibroso ou adiposo (estroma), e o secretor (parênquima) que é formado pelas células epiteliais secretoras do leite (alvéolo). O alvéolo é formado por uma camada de células epiteliais, altamente especializadas, que sintetizam os componentes do leite e os secretam dentro do lúmen alveolar (Figura 1).

O leite é composto por água, gordura no estado emulsificado (diâmetro de 2,5 µm a 4,6 µm), proteínas no estado coloidal (micelas de caseínas) ou dispersas no estado molecular (proteínas do soro), lactose, sais minerais e vitaminas.

A variação da composição e da qualidade do leite depende de diversos fatores, como raça, idade e estágio de lactação, como também do manejo nutricional, sazonalidade climática, manejo de ordenha e doenças como a mastite.

Entre os aspectos sazonais, a menor disponibilidade de volumoso de qualidade durante a estação seca, e a menor oferta de alimentação concentrada em função do aumento dos custos, constituem fatores importantes que impactam a composição do leite.

Figura 1. Célula epitelial produtora de leite presente nos alvéolos da glândula mamária



Fonte: Santos e Fonseca (2006)

Pouca tecnologia

↓

Oscilação no volume produzido por época

↓

Oscilação na produção dos sólidos

No Brasil, há ainda propriedades que adotam pouca ou nenhuma tecnologia relacionada à nutrição, reprodução e melhoramento genético do gado de leite. O efeito dessa característica pode ser observado na curva de captação do leite ao longo do ano pelas indústrias, com aumento significativo do volume captado na época das chuvas e redução na época das secas. Inversamente, os teores de sólidos do leite tendem a serem maiores na época da seca e menores no período chuvoso pelo efeito de diluição.

De forma geral, o teor de sólidos é influenciado por fatores intrínsecos como a raça, estágio de lactação, ambiente e manejo nutricional. No entanto, esse é um parâmetro de difícil manipulação no curto prazo e envolve várias estratégias relacionadas à gestão e produção para se obter o efeito desejado. Essas estratégias passam por melhoramento genético das raças e de uso de tecnologias na área de nutrição que visam minimizar os efeitos das variações climáticas sobre a produção de alimentos.

Diferentemente do que acontece no nosso País, a maioria dos produtores de leite de países considerados desenvolvidos recebem pela composição do leite, e não pelo volume produzido. Nesses países os produtores são pagos pelo peso da proteína e gordura do leite. Cada um desses componentes recebe um valor derivado do preço de várias commodities, nas quais é baseada a fórmula do sistema de pagamento, como o queijo, manteiga e soro do leite em pó. Esse tipo de sistema de pagamento faz muito mais sentido, uma vez que o rendimento de fabricação dos produtos lácteos ocorre em função do extrato seco total do leite.

O teor de gordura normalmente, apresenta maior variação e uma resposta relativamente rápida às mudanças no manejo nutricional, enquanto o teor de proteína apresenta pequena alteração. Dessa forma, o melhoramento genético constitui uma das ferramentas de longo prazo para consolidar nos rebanhos uma produção de leite com teores de sólidos mais elevados.

Mais de 100.000 tipos de moléculas diferentes são encontradas no leite (Jensen et al., 1991). No entanto, sua composição pode ser simplificada nos seguintes componentes: gordura, proteína, lactose, sais minerais e água (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1. Requisitos de qualidade para composição do leite de acordo com a Instrução Normativa n° 76 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Parâmetro	Mínimo (%)
Gordura	3,0
Proteína	2,9
Lactose	4,3
Extrato seco desengordurado	8,4
Extrato seco total	11,4

Fonte: Brasil (2018a)

Tabela 2. Composição aproximada do leite das principais raças bovinas leiteiras

Raça	Sólidos Totais %	Gordura %	Proteína %	Lactose %	Minerais %
Holandês	12,30	3,62	3,27	4,86	0,68
Pardo Suíço	13,30	4,08	3,57	5,04	0,73
Jersey	14,54	5,16	3,83	4,94	0,70
Guernsey	14,40	5,03	3,82	4,91	0,74
Ayrshire	12,83	4,07	3,47	4,69	0,68
Gir	13,50	4,70	3,20	4,90	0,70

Fonte: Brito et al. (2013)

Tabela 3. Composição aproximada do leite de várias espécies animais

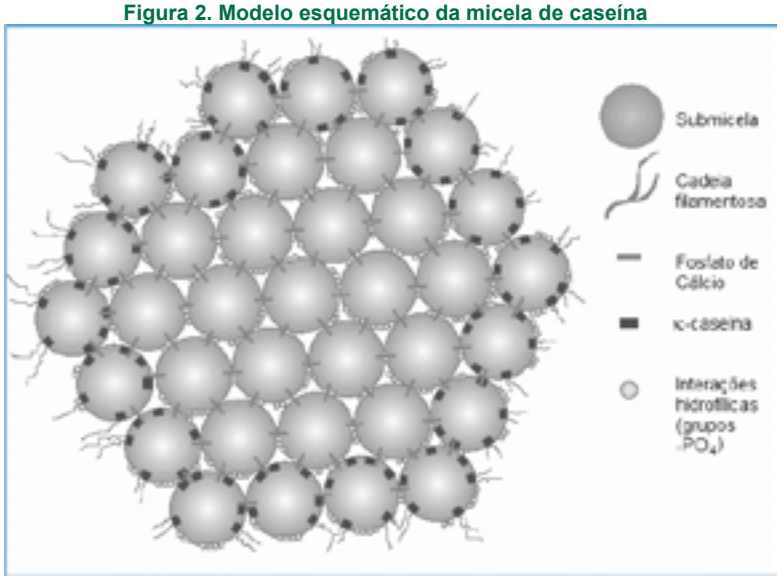
Espécie	Água %	Gordura %	Proteína %	Lactose %	Minerais %
Búfala	83,6	7,4	3,8	4,8	0,8
Cabra	87,2	4,5	3,2	4,3	0,8
Camela	86,6	4,0	3,6	5,0	0,8
Égua	88,9	1,9	2,5	6,2	0,5
Jumenta	88,7	1,4	2,0	7,4	0,5
Mulher	87,1	4,5	0,9	7,1	0,2
Ovelha	82,5	7,2	4,6	4,8	0,9
Rena	67,6	18,0	10,1	2,8	1,5
Vaca	87,0	4,4	3,3	4,6	0,7

Fonte: Adaptado de Cerqueira (2012)

As proteínas e gorduras são os elementos responsáveis pela organização estrutural do leite e servem de base para a fabricação de quase todos os derivados lácteos. As principais proteínas encontradas no leite são as caseínas e as proteínas do soro. As caseínas representam cerca de 80% das proteínas totais e são divididas em diversas frações, em proporções variadas (FOX, 2009) (Tabela 4). As proteínas do leite contêm todos os aminoácidos essenciais necessários para a dieta humana, e essa é uma das principais razões que tornam o leite o alimento mais completo nutricionalmente à disposição do homem.

As principais frações das caseínas são a αs1-caseína, αs2-caseína, β-caseínas e κ-caseínas. No leite, as caseínas formam complexos denominados de micelas, que ficam dispersos na fase aquosa. A micela é uma estrutura esférica, porosa, que permite a livre entrada e saída de água, constituída pela reunião das várias moléculas de caseína com fosfato de cálcio e pequena quantidade de sais de magnésio, citrato e traços de outros metais. A κ-caseína fica disposta externamente e auxilia na estabilização da micela (Figura 2).

Figura 2. Modelo esquemático da micela de caseína



Fonte: BYLUND (2015)

As proteínas do soro representam cerca de 20% das proteínas totais do leite e compreendem, principalmente, β-lactoglobulina e α-lactoalbumina. No soro, ainda são encontradas: imunoglobulinas, soroalbumina, lactoferrina, transferrina e outras proteínas e enzimas em menores quantidades. As imunoglobulinas e soroalbuminas têm sua concentração aumentada em casos de mastite, quando passam do sangue para o leite.

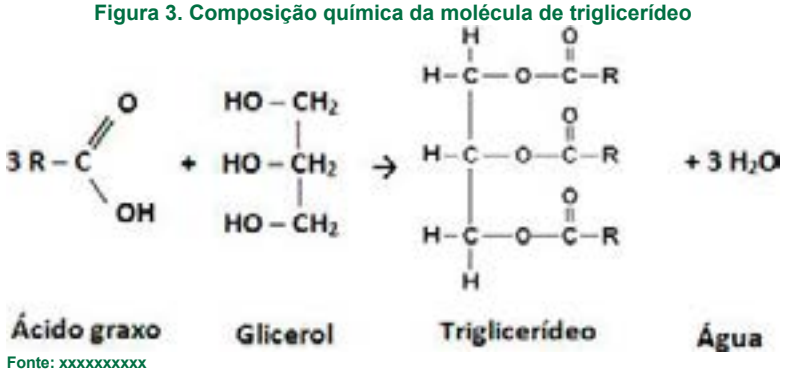
Tabela 4. Principais frações proteicas das caseínas e proteínas do soro, e suas proporções estimadas encontradas no leite

Composição	Proporção estimada no leite (g/100g)
Caseínas	2,6
αs1-caseína	1,2-1,5
αs2-caseína	0,3-0,4
β-caseínas	0,1-0,9
κ-caseínas	0,2-0,4
Proteína do soro	1,0
β-lactoglobulina	0,3
α-lactoalbumina	0,7

Fonte: Adaptado de Fox (2009

A gordura do leite é uma mistura complexa de lipídeos, composta principalmente por triglicerídeos, isto é, três ácidos graxos ligados a uma molécula de glicerol (Figura 3).

Figura 3. Composição química da molécula de triglicerídeo



Fonte: xxxxxxxxxx

Tabela 5. Principais lipídeos presentes no leite cru

Composição	Proporção estimada no leite (g/100g)
Triglicerídeos	98,3
Diglicerídeos	0,3
Monoglicerídeos	0,03
Ácidos graxos livres	0,1
Fosfolipídeos	0,8
Cerebrosídeos	0,1
Gangliosídeos	0,01
Colesterol	0,3
Carotenoides	<0,01

Fonte: Adaptado de McGibbon e Taylor (2006)

A lactose (4-O- β-D-galactopiranosil-D-glicopiranose) é um dissacarídeo formado pela união de uma molécula de galactose e uma de glicose. A única fonte de lactose na natureza é o leite, a qual constitui o principal substrato para fabricação de produtos lácteos fermentados. A concentração de lactose no leite varia de 4,8% a 5,2%. A lactose é sintetizada na glândula mamária e sua concentração está relacionada à raça animal, individualidade, período de lactação e presença de infecção intramamária. O aumento ou redução da concentração de lactose secretada no leite depende do aumento ou da redução na concentração dos sais presentes. O balanço salino é o fator responsável pelo equilíbrio osmótico do leite, por isso é comum encontrar baixa concentração de lactose no colostro e no leite de vacas com mastite.

Fonte de calcio e fósforo

Os principais minerais presentes no leite são os fosfatos, citratos, cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos de sódio, potássio, cálcio e magnésio (Tabela 6). Desses, os mais importantes são os sais de cálcio e fósforo, pois são necessários para o rápido desenvolvimento da estrutura óssea e dos tecidos do neonato. A composição dos minerais é influenciada por fatores como raça e individualidade do animal, estágio de lactação, alimentação, ocorrência de mastite e estação do ano.

Do cálcio total do leite, aproximadamente 1/3 é encontrado na forma solúvel e 2/3 estão associados às micelas de caseína. O cálcio micelar está diretamente ligado à estrutura e à estabilidade das micelas de caseína. A concentração de citrato no leite apresenta variação sazonal, que é influenciada pela alimentação dos animais. As concentrações de cálcio e fosfato são maiores em leite com alto teor de proteína. A concentração dos sais minerais no leite apresenta-se alterada em casos de mastite com aumento na concentração de sódio e cloreto. Na tabela 6 são apresentados os principais sais minerais presentes no leite, forma de apresentação e concentrações médias.

Tabela 6. Principais minerais presentes no leite cru

Composição	Forma solúvel %	Forma coloidal %	Concentração média (mg/100mL de leite)
Cálcio (Ca2+)	31	69	104-128
Fosfato (PO43-)	47	53	93-100
Magnésio (Mg2+)	53	47	10-15
Potássio (K+)	94	6	121-168
Sódio (Na+)	95	5	35-60
Cloreto (Cl-)	95	5	78-120
Sulfato (SO42-)	100	-	~10
Citrato (Citr3-)	86	14	132-208

Fonte: Adaptado de Lucey e Horne (2009)

1.1.1 Fatores nutricionais que influenciam a composição do leite

O monitoramento da variação da composição do leite é importante para avaliar os efeitos da alimentação e ajudar na detecção de problemas relacionados à saúde das vacas.

O teor de gordura do leite está relacionado com a saúde ruminal (relação de volumoso e concentrado e níveis de fibra e carboidratos da dieta). Quando se observa níveis baixos de gordura no leite, pode-se suspeitar de uma dieta rica em concentrado (excesso de carboidratos não fibrosos), baixos níveis de fibra, altos níveis de carboidratos rapidamente fermentáveis ou excesso de óleos insaturados.

Já quanto ao teor de proteína, a variação na composição é menor em relação ao que ocorre com a gordura, sendo muito relacionada a fatores genéticos. Outra observação importante, é que se deve esperar que os teores de gordura sejam maiores do que os teores de proteína.

Figura 04. Dietas balanceadas favorecem o aumento dos teores de gordura e proteína no leite

O monitoramento da variação da composição do leite é importante para avaliar os efeitos da alimentação e ajudar na detecção de problemas relacionados à saúde das vacas.

Já quanto ao teor de proteína, a variação na composição é menor em relação ao que ocorre com a gordura, sendo muito relacionada aos fatores genéticos. Outra observação importante, é que se deve esperar que os teores de gordura sejam maiores do que os teores de proteína.

Quando ocorre inversão desses valores, problemas nutricionais e/ou metabólicos podem ser detectados. Para que a avaliação destes componentes seja mais precisa, deve-se atentar para o estágio de lactação dos animais, pois este fator exerce grande influência na composição do leite. No Quadro 1 pode-se observar alguns procedimentos de manejo para melhorar os teores de proteína e gordura do leite.

Quadro 1. Procedimentos de manejo visando a produção de leite com uma adequada composição de gordura e proteína

- Promover a seleção genética dos animais com potencial para produção de sólidos;
- Oferecer conforto ambiental para a redução do estresse térmico do rebanho;
- Utilizar aditivos que melhoram o ambiente ruminal;
- Aumentar a frequência do fornecimento da dieta (mínimo de 2 a 3 tratos por dia);
- Fornecer a dieta total (volumoso e concentrado misturados);
- Oferecer volumoso e concentrado de forma equilibrada;
- Garantir a presença de bons níveis de fibra na dieta;
- Equilibrar os níveis de proteína com boa relação entre a proteína degradável no rúmen (PDR) e a proteína não degradável no rúmen (PNDR) – tendo ao redor de 60% a 65% de PDR em relação à proteína total da dieta;
- Manter os níveis ajustados de carboidratos não fibrosos (CNF) na dieta (mínimo de 30% e máximo de 42%);
- Oferecer uma mineralização regular e, quando possível, forçada no cocho.

Fonte: Embrapa Gado de Leite

1.2 Parâmetros de avaliação da qualidade do leite

Um leite de qualidade pode ser entendido como um produto com sabor e odor agradáveis, alto valor nutricional, baixa contaminação microbiana e ausência de bactérias nocivas para a saúde humana, livre de adulterantes, de sedimentos, de substâncias tóxicas ou de outros contaminantes químicos. Todas essas propriedades são definidas considerando o leite na sua forma pura e inalterada. Um aspecto importante para a qualidade é a saúde dos animais, que devem ser livres de doenças transmissíveis ao homem, como tuberculose e brucelose, e estarem sob um programa de controle de mastite.

Após a sua extração durante a ordenha, a qualidade inicial do leite vai sofrendo perdas ao longo do processo de produção, armazenamento e transporte até a indústria. A qualidade diminui à medida que o número de bactérias aumenta e, o teor de sólidos diminuem. Nos próximos tópicos, explicaremos melhor como esse processo de perda de qualidade acontece para cada um dos parâmetros medidos.

O leite de qualidade deve apresentar características sensoriais específicas (cor, sabor e odor), baixas contagens de bactérias totais (valor desejável inferior a 10.000 UFC/mL) e de células somáticas (valor desejável inferior a 200.000 células/mL) aferidas no tanque individual e, obrigatoriamente, ausência de microrganismos patogênicos ao homem e de resíduos químicos contaminantes (principalmente os resíduos de drogas veterinárias).

A obtenção de um leite de alta qualidade é importante porque beneficia o consumidor, a indústria e o produtor. O leite e seus derivados constituem produtos de grande valor para a alimentação humana e devem ser ofertados com qualidade, sabor, odor e textura característicos.

O leite de baixa qualidade afeta a indústria no seu rendimento de fabricação, pois são necessários mais litros de leite para produzir a mesma quantidade de um determinado produto. Causa também, menor vida de prateleira e altera as características de sabor e odor dos produtos. O produtor de leite terá os seus rendimentos diminuídos, uma vez que o valor pago por litro de leite será menor quando comparado àquele pago ao leite de alta qualidade.

Os parâmetros de avaliação da qualidade do leite são: contagem de células somáticas (CCS), contagem bacteriana total (CBT), índice crioscópico e resíduos químicos.

Infecção do úbere
↓
Migração de células de defesa para o úbere
↓
Destruição das células secretoras
↓
Redução das concentrações de lactose e caseínas

1.2.1 Contagem de células somáticas

Quando o úbere da vaca é infectado por bactérias, ocorre um processo inflamatório chamado de mastite e, quando isso acontece, as células de defesa (ou somáticas) originárias do sangue passam para o interior da glândula mamária com o objetivo de destruir as bactérias. A consequência direta é o aumento do número de células somáticas no leite. A CCS é uma ferramenta usada para avaliação e monitoramento da saúde do úbere nos programas de controle de mastite. Quando há destruição das células secretoras da glândula mamária, consequentemente há redução da produção e na capacidade de síntese dos componentes do leite. Durante a mastite subclínica, são observadas reduções das concentrações da lactose e das caseínas e, por outro lado, aumento de proteínas do sangue, principalmente soroalbumina e imunoglobulinas (Tabela 7).

O teor de lactose é de particular importância dado o seu papel fundamental na regulação osmótica do volume de leite produzido. A secreção de lactose na cavidade alveolar aumenta a concentração de substâncias e sais dissolvidos em relação ao outro lado das células secretoras, por onde circula o sangue. Assim, a concentração de substâncias e sais dissolvidos em cada lado das células secretoras é balanceada pela liberação de água do sangue e pela mistura com outros componentes do leite encontrados na cavidade alveolar. A produção de lactose atua como uma válvula que regula a quantidade de água liberada no alvéolo e, portanto, o volume de leite produzido.

A cavidade alveolar é um meio hipertônico, o sangue dos vasos que irrigam as células secretoras é hipotônico. Por isso a tendência é que a água do sangue seja transportada para a cavidade alveolar, a medida que as células secretoras produzem açúcar lactose

Tabela 7. Alterações na composição média do leite associadas à mastite

Composição	Leite normal (g/100g)	Leite com alta CCS1 (g/100g)
Sólidos não gordurosos	8,90	8,80
Gordura	3,50	3,20
Lactose	4,90	4,40
Proteína total	3,61	3,56
Caseína total	2,80	2,30
Proteínas do soro do leite	0,80	1,30
Soroalbumina	0,02	0,07
Lactoferrina	0,02	0,10
Imunoglobulinas	0,10	0,60
Sódio	0,06	0,11
Cloreto	0,09	0,15
Potássio	0,17	0,16
Cálcio	0,12	0,04

Fonte: Adaptado de National Mastitis Council (1996)
1 Valor acima de 1.000 x 103

Alta CCS
↓
Aumento na proteólise e lipólise
↓
Alteração na qualidade, rendimento e características sensoriais

No leite com elevada CCS (valor acima de 1.000 x 103) há um aumento da proteólise e da lipólise, ou seja, destruição das moléculas de proteína e gordura do leite, respectivamente. Essas alterações afetam significativamente a qualidade e o rendimento de fabricação dos derivados lácteos, além de promoverem alterações no sabor, odor e sabor dos produtos, que desagradam o consumidor (Tabela 8).

Tabela 8. Efeito do leite com alta CCS sobre a qualidade dos derivados lácteos

Produto	Problema tecnológico
Leite condensado Leite evaporado	Redução na estabilidade ao calor
Leite em pó	Presença de gosto de queimado ou outros sabores estranhos
Queijo	Aumento do tempo de coagulação Redução da consistência do coágulo Redução do rendimento
Leite fluido	Redução na vida de prateleira associada à alteração do sabor e deterioração
Produtos fermentados	Inibição do crescimento das bactérias lácticas
Manteiga	Redução do rendimento Aumento da rancificação

Fonte: Adaptado de Maréchal et al. (2011)

Além das alterações da qualidade do leite, há uma série de consequências econômicas associadas à mastite. Essas perdas estão relacionadas à redução da produção de leite e ao aumento dos gastos com tratamento e descarte de animais. Uma alta contagem de células somáticas no leite indica que, provavelmente, existe infecção em pelo menos um quarto mamário do úbere.

Atualmente, considera-se que vacas com CCS maior que 200.000 células/mL provavelmente estão infectadas.

Figura 05. Glândula mamária de uma vaca leiteira com mastite clínica ambiental

Foto: Cláudio Versiani

Quando se considera o leite de tanques individuais com elevada CCS (valor acima de 500 x 103), normalmente há uma associação com a redução na produção total do rebanho e com um elevado número de animais infectados (Tabela 9).

Caso não tenha o leitor do código instalado em seu dispositivo acesse o Google Play (Android) ou App Store (iOS) e baixe o aplicativo QR Code ou clique no link abaixo.

COT 67 - Diagnóstico de casos clínicos de mastite

COT 68 - Coleta de amostras leite para diagnostico microbiologico da mastite

Avaliação das informações bulas antimicrobianos

Tabela 9 – Contagem de células somáticas (CCS) e sua associação, com a redução da produção de leite e o percentual de animais infectados no rebanho

CCS no leite do rebanho (x 103/mL)	Estimativa da gravidade da mastite	Redução na produção deleite (%)	Percentual (%) de animais infectados
< 250	Pouca ou nenhuma	Irrelevante	< 6
250 – 500	Média	4	6
500 – 750	Acima da média	7	26
750 – 1.000	Alta	15	42
> 1.000	Muito alta	18	54

Fonte: Adaptado de PHILPOT e NICKERSON, 1991

1.2.2 Contagem bacteriana total

O leite é um excelente meio de cultura para o desenvolvimento de microrganismos devido ao seu elevado teor de água e nutrientes e pH próximo à neutralidade. Além de prejudicar a qualidade e comprometer o rendimento dos produtos lácteos, os microrganismos colocam em risco a saúde do consumidor. A contagem bacteriana total do leite cru é um indicador importante das condições higiênico-sanitárias empregadas na produção, coleta e armazenamento do leite. Altas contagens indicam falha na higiene durante a ordenha e do próprio ordenhador, da limpeza dos equipamentos e/ou problemas na refrigeração do leite (Figura 4).

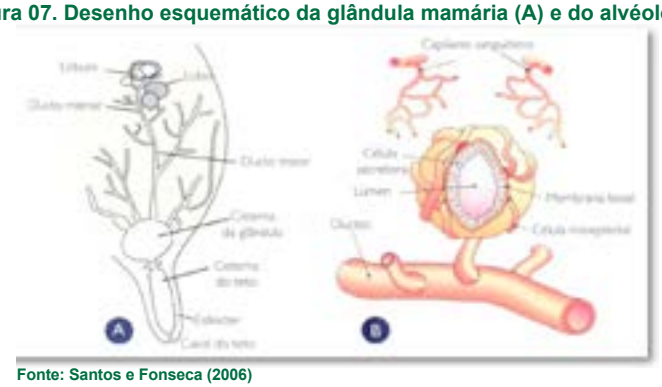
Figura 06. A obtenção de um leite com baixa CBT depende da correta limpeza dos equipamentos e utensílios utilizados na ordenha.

O leite, ao ser sintetizado e secretado nos alvéolos (Figura 5) da glândula mamária, é estéril. No entanto, pode se contaminar com bactérias causadoras de mastite presentes no interior do úbere, após a extração pela ordenha com microrganismos presentes na pele dos tetos e úberes dos animais, no ambiente e nos equipamentos utilizados para a ordenha e durante a refrigeração do leite. A contaminação também pode ocorrer nas etapas de transporte, armazenamento e processamento do leite na indústria.

Meios de contaminação do leite

1. Dentro do úbere
2. Pelos equipamentos e pelo ambiente
3. Durante transporte, armazenamento e processamento na indústria

Figura 07. Desenho esquemático da glândula mamária (A) e do alvéolo (B)



Fonte: Santos e Fonseca (2006)

O número de bactérias contidas no leite é expresso em unidades formadoras de colônias por mililitro de leite (UFC/mL). A contagem bacteriana total (CBT) é um ótimo indicativo das condições gerais de higiene e refrigeração do leite, desde sua obtenção até o envio para a indústria. De acordo com o grau de exposição, o leite poderá conter uma alta população microbiana, que pode variar de rebanho para rebanho, mesmo quando as condições de produção são semelhantes.

O resultado da CBT fornece o número total de bactérias presentes, mas não permite indicar os grupos bacterianos associados a essa contagem. A identificação e quantificação dos grupos dominantes podem sugerir uma possível fonte ou via de contaminação e ajudar a direcionar as medidas preventivas. A identificação desses microrganismos pode ser feita em laboratórios especializados por métodos moleculares, como PCR (Reação em cadeia da Polimerase), SSCP (Análise do Polimorfismo de Conformação de Fita Simples), DGGE (Eletroforese em Gel com Gradiente de Desnaturação) e TTGE (Eletroforese em Gel com Gradiente Térmico), combinados ou não aos métodos convencionais de cultivo, através de técnicas como a coloração em GRAM, a produção de catalase e a formação de ácidos e gás a partir de diversos substratos de cultura, entre outras alternativas.

Os grupos microbianos contaminantes do leite cru incluem os microrganismos psicrotróficos, coliformes e outros microrganismos gram-negativos, bactérias termodúricas, bactérias formadoras de esporos, patógenos da mastite e diversas espécies de fungos e leveduras. As bactérias mesofílicas multiplicam-se entre 20°C e 45°C, com a temperatura ótima de multiplicação em 32°C. As bactérias mesofílicas predominante no leite cru compreende espécies de bactérias láticas, como Lactobacillus e Streptococcus, Lactococcus, e algumas espécies de enterobactérias. Esse grupo de bactérias acidificam rapidamente o leite cru quando não refrigerado adequadamente. No que se refere à qualidade e segurança do leite, a CBT excessivamente alta pode comprometer a eficiência da pasteurização em inativar os microrganismos, o que resulta em um alimento não saudável para o consumidor. As bactérias mesofílicas promovem a acidificação do leite pela fermentação da lactose com a produção de ácido láctico, comprometendo o rendimento de fabricação e a qualidade dos produtos lácteos.

As bactérias psicrotróficas multiplicam-se em temperaturas igual ou abaixo de 7°C, independente da sua temperatura ótima de multiplicação. A temperatura ótima de multiplicação da maioria dos psicrotróficos está entre 21°C e 28°C. Em condições sanitárias satisfatórias de produção, os microrganismos psicrotróficos correspondem a menos de 10% da microbiota total, entretanto, em condições insatisfatórias, essa proporção pode ser superior a 75%. Os microrganismos psicrotróficos predominam em situações em que há deficiência de higiene durante a ordenha, ou quando o tempo de armazenamento do leite em tanques individuais ou em silos industriais é muito longo. Os microrganismos psicrotróficos atuam produzindo proteases e lipases, alterando as características sensoriais como sabor e aroma, além de diminuir a vida de prateleira dos produtos lácteos.

As bactérias termodúricas sobrevivem às temperaturas de pasteurização lenta (63°C, por 30 minutos) ou à pasteurização rápida (72°C, por 15 a 20 segundos). Nesse grupo são incluídos diversos gêneros de bactérias, como Microbacterium, Micrococcus e Alcaligenes, e bactérias formadoras de esporos dos gêneros Bacillus e Clostridium. Bactérias encontradas na microbiota normal da vaca e os patógenos mais comuns envolvidos em casos de mastite não são encontrados no grupo dos microrganismos termodúricos. Algumas espécies podem produzir esporos, que são organismos inertes e podem sobreviver por anos no ambiente. O contato da superfície dos tetos com solo, fezes, água e silagem são as principais fontes de contaminação do leite cru por essas bactérias. Outras fontes de contaminação incluem o tanque de refrigeração do leite e equipamentos de ordenha limpos e sanitizados inadequadamente. As bactérias termodúricas ocasionam problemas como diminuição da vida de prateleira dos produtos lácteos.

O controle da contaminação microbiana do leite cru é imprescindível para a indústria e para o consumidor, tendo em vista a sua grande influência sobre a qualidade dos derivados lácteos. Altas contagens bacterianas prejudicam a aceitabilidade, o valor nutricional, o rendimento e a vida de prateleira dos produtos lácteos. Há implicações adicionais para a saúde pública se bactérias patogênicas ou seus produtos contaminarem o leite.

Leite com alta CBT acarreta vários prejuízos. O produtor perde por receber menos das empresas que pagam por qualidade; as indústrias perdem por dificuldade no processamento ou perda da matéria prima e também podem perder por ofertarem produtos com alterações no sabor, no odor, e com menor tempo de validade e, o consumidor fica exposto a um maior risco de doenças transmitidas por alimentos contaminados.

A adoção de boas práticas de produção está associada à redução quantitativa e qualitativa dos microrganismos no leite. A rotina de limpeza e higiene dos tetos antes da ordenha, a limpeza do equipamento de ordenha, do tanque de refrigeração e do ambiente dos animais estão entre as principais práticas que proporcionam menores índices de contaminação.

De forma geral, as principais fontes de contaminação direta de bactérias para o leite cru são:

a. Quartos mamários infectados (mastite);
b. Mãos do ordenhador;
c. Água utilizada na rotina de ordenha e limpeza dos equipamentos;
d. Úbere e pele dos tetos;
e. Utensílios que entrem em contato com o leite;
f. Equipamentos de ordenha e tanques de refrigeração;

Figura 08. As mãos do ordenhador pode constituir uma fonte de transmissão de patógenos da mastite entre os animais

Foto: Ricardo Costa

A reduzida CBT está associada à adoção de hábitos adequados e procedimentos de higiene no momento da ordenha, à limpeza e higienização dos utensílios que entram em contato com o leite e à sua refrigeração imediata. A CBT é um indicador de qualidade higiênico sanitária do leite, pois, de maneira geral, reflete as condições de higiene no momento da ordenha, da higiene das instalações e de armazenamento adequado do leite.

Quando se trata de redução da CBT, medidas de prevenção da contaminação bacteriana do leite são fundamentais, pois, uma vez contaminado, não há nada que o produtor possa fazer para reduzir a quantidade de bactérias presentes no leite. O monitoramento dos resultados de CBT do rebanho é realizado pela Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite. Os laboratórios da rede estão distribuídos estrategicamente em todo o território nacional, e têm o objetivo de monitorar e contribuir para a melhoria da qualidade do leite no País, em consonância com os objetivos do Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNQL). Na Embrapa Gado de Leite em Juiz de Fora/MG localiza-se o Laboratório de Qualidade do Leite (LQL), integrante da RBQL. O monitoramento realizado pelas análises do leite cru refrigerado na fazenda está entre as medidas mais importantes para avaliar a qualidade microbiológica do leite (Tabela 10).

Tabela 10 – Qualidade microbiológica do leite, de acordo com a contagem bacteriana total (CBT) do rebanho

CBT no leite do rebanho (UFC/mL)	Qualidade microbiológica do leite
< 5.000	Excelente
5.000 a 10.000	Aceitável
> 10.000	Ruim

Fonte: Embrapa Gado de Leite

O leite cru apresenta uma microbiota diversificada, composta por diversos gêneros e espécies de bactérias, fungos filamentosos e leveduras. Esses microrganismos podem causar a deterioração do leite e dos produtos lácteos, dando origem a características sensoriais indesejáveis com redução do valor nutricional e da vida de prateleira do leite fluido e dos derivados lácteos. As fontes de contaminação microbiana para o leite cru são muitas, e a completa eliminação dos microrganismos do leite é improvável. Para reduzir essa contaminação aos limites aceitáveis, é importante ordenhar vacas sadias e livres de doenças infectocontagiosas. Os procedimentos de limpeza e sanitização devem ser eficientes em toda a cadeia de produção, ou seja, animais e seu ambiente, sistema de ordenha, práticas de ordenha, estocagem e refrigeração do leite.

A produção de leite de alta qualidade microbiológica permitirá a oferta de leite fluido e produtos lácteos saborosos, mais nutritivos, com maior vida de prateleira e que atenderão plenamente à satisfação do consumidor e contribuirá para a sustentabilidade do setor.

1.2.3 Crioscopia

A temperatura de congelamento do leite é mais baixa do que a da água devido ao efeito dos componentes dissolvidos no leite, principalmente a lactose e sais minerais. O índice crioscópico é a medida do ponto de congelamento do leite ou da diminuição do ponto de congelamento do leite em relação ao da água. Por ser uma característica física muito constante, é usada para detectar adulteração do leite com adição de água. Quando se adiciona água ao leite, o ponto de congelamento aumenta em direção ao ponto de congelamento da água.

Figura 09. Os laticínios coletam uma amostra de leite mensalmente do produtor para realização de análises laboratoriais. A presença de água adicionada ao leite pode ser detectada e é considerada fraude grave.

O ponto de congelamento do leite bovino pode apresentar ligeira variação, mas o valor obtido a partir do leite de tanque individual tende a se aproximar do valor médio (Tabela 11). Alguns fatores como sazonalidade climática, idade, estado de saúde, raça, alimentação, temperatura ambiente e hora da ordenha podem levar a variações na concentração de vários constituintes, porém as diferenças não chegam a causar alterações no ponto de congelamento médio do leite.

Tabela 11 – Exigências de qualidade do leite para o parâmetro de crioscopia de acordo com a Instrução Normativa n° 76 do Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento

Parâmetro	Mínimo	Máximo
índice crioscópico (°H)	-0,555	-0,530
índice crioscópico (°C)	-0,536	-0,512

Fonte: Brasil (2018a)

1.2.4 Resíduos químicos

1.2.4.1 Principais resíduos químicos e contaminantes no leite

O leite pode veicular resíduos de drogas veterinárias administradas aos animais, como antibióticos, carrapaticidas e vermífugos, além de resíduos de outros produtos, como desinfetantes, detergentes e pesticidas, usados nas atividades desenvolvidas na fazenda.

É indesejável a presença de antibióticos, carrapaticidas, pesticidas em geral, hormônios, desinfetantes e detergentes no leite, entre outros, pois podem causar problemas de saúde pública e prejudicar a fabricação de produtos lácteos. Assim, o consumo de leite e derivados contaminados por algum desses resíduos podem levar ao desenvolvimento de alergias, distúrbios intestinais e resistência das bactérias aos antibióticos.

Os produtos químicos e medicamentos de uso veterinário são definidos como qualquer substância ou a combinação de substâncias químicas utilizadas para o tratamento, controle ou prevenção de doenças, bem como para diagnóstico ou restauração, correção ou modificação das funções fisiológicas em animais.

Nos alvéolos da glândula mamária podem ocorrer absorção e secreção de diversas substâncias não pertencentes à composição usual do leite, como medicamentos e outros resíduos contaminantes. O leite pode veicular resíduos de substâncias usadas no tratamento ou prevenção de doenças, como antimicrobianos e carrapaticidas; nos protocolos reprodutivos como os hormônios, ou adquiridos pela alimentação, como as micotoxinas, pesticidas e aditivos alimentares. Outras substâncias podem se fazer presentes no leite devido a falhas em alguns processos, como os detergentes, desinfetantes e sanitizantes usados na rotina de ordenha e na limpeza da ordenha e tanques.

Na atividade leiteira, os antibióticos são usados nas diversas etapas da produção, passando pelo tratamento de doenças de bezerros até aquelas relacionadas às vacas adultas. Na vaca adulta, os usos mais comuns são para tratamento da mastite, metrite e problemas de casco. Algumas classes de antibióticos também são utilizadas como moduladores do ambiente ruminal (exemplo: ionóforos), selecionando microrganismos desejáveis e melhorando a conversão alimentar e a produção de leite.

A classe dos pesticidas inclui inseticidas, herbicidas, carrapaticidas, nematicidas e acaricidas. Constitui um grupo importante de substâncias empregadas na agricultura e produção animal. Entretanto, o uso inadequado pode ocasionar a contaminação do leite, o que representa uma ameaça à saúde humana. Com exceção dos carrapaticidas, acaricidas e nematicidas, que são aplicados nos animais, os resíduos de inseticidas e herbicidas podem contaminar o leite a partir da ingestão de águas e pastagens contaminados, quando utilizados de forma indiscriminada e fora dos padrões recomendados pelos fabricantes. Os resíduos mais comuns encontrados no leite são dos grupos dos organoclorados, carbamatos, e abamectinas (Bastos et al., 2014).

A maioria dos carrapaticidas comercializados no Brasil é proibido para o tratamento de vacas em lactação, devido à eliminação de resíduos no leite. Os principais carrapaticidas permitidos para uso em bovinos de leite são administrados sob a forma de banho de aspersão ou aplicação sobre a linha do dorso do animal, conhecido como produtos “pour on”.

Os detergentes e desinfetantes são utilizados durante todas as etapas de produção, pois são necessários para a limpeza e sanitização dos utensílios e equipamento de ordenha, tanque de refrigeração e, na desinfecção dos tetos dos animais durante a ordenha. Resíduos desses produtos podem contaminar o leite quando os procedimentos de enxague do equipamento de ordenha e tanque são mal feitos, ou quando a secagem dos tetos após a aplicação do desinfetante também não é realizada de forma adequada.

As micotoxinas são produzidas por fungos que podem estar presentes em alimentos volumosos ou concentrados. Entre as micotoxinas, as aflotoxinas são as de maior importância para a produção de leite e produtos lácteos, pois são substâncias que podem causar diversas doenças aos bovinos, como anemias, diarreias, hemorragias e câncer. Sinais como baixo consumo alimentar, perda de peso e baixa produção são reflexos da ingestão dessas toxinas.

Hormônios ocorrem naturalmente nos animais. Eles atuam estimulando ou regulando processos fisiológicos como a lactação, ovulação e crescimento corporal. A excreção de hormônios no leite se deve a um processo passivo e as quantidades eliminadas são geralmente baixas. Na Tabela 12 são citados os principais hormônios naturais eliminados pelo leite.

Tabela 12. Hormônios que ocorrem naturalmente no leite

Hormônios da glândula adrenal	Corticóides
Hormônios gonadais	Estrógenos: estrona, estradiol Progestógenos: progesterona, 5-a-pregnandiona Andrógenos: testosterona, androstenediona
Hormônios do cérebro e intestino	GnRH, TRH
Prostaglandinas	Prostaglandina (PGF2a)
Hormônios do crescimento	Insulina, hormônios do crescimento (GH) ou somatotropina, prolactina
Outros	Peptídio de liberação de PTH (PTHrP), e hormônios da glândula tireóide (T3, T4).

Fonte: Jouan et. al., (2006)

A seguir são descritos os tipos de substâncias químicas mais comuns que podem contaminar o leite cru: antibióticos, anti-helmínticos, pesticidas, desinfetantes e detergentes, micotoxinas e hormônios.

Antimicrobianos

Os antimicrobianos mais usados em animais de produção podem ser agrupados em seis classes: beta-lactâmicos (penicilinas e cefalosporinas), macrolídios (eritromicina), quinolonas (ciprofloxacina, enrofloxacina, norfloxacina), tetraciclinas (oxitetraciclina, tetraciclina e clortetraciclina), aminoglicosídios (estreptomicina, neomicina e gentamicina) e sulfonamidas (sulfametazina).

Figura 10. O uso de antibiótico intramamário (A) para tratamento da mastite, ou de uso sistêmico para tratamento de outras doenças (B), são as principais fontes de resíduos desse tipo de medicamento no leite quando não respeitado o período de carência.

Uso de antibiótico intramamário

Uso sistêmico para tratamento de outras doenças

FIQUE ATENTO

Um conceito importante em relação aos antibióticos diz respeito ao período de carência, que corresponde ao intervalo de tempo após a administração da última dose do medicamento até o dia em que o leite está seguro para o consumo ou processamento. Neste período, a concentração detectável da substância cairá para dentro dos limites máximos permitidos (LMR). Este intervalo é necessário para prevenir o aparecimento de resíduos significativos no leite. Somente após o término do período de carência, o leite poderá ser destinado ao tanque de refrigeração e para consumo humano ou processamento industrial.

Anti-helmínticos

Os anti-helmínticos são substâncias utilizadas em pequenos e grandes ruminantes no Brasil. Os programas de controle das verminoses baseiam-se na aplicação de vermífugos nas épocas de menor disponibilidade de larvas nas pastagens. Os principais compostos usados no Brasil possuem amplo espectro de ação, atuando sobre as principais espécies de vermes. São eles: albendazol, closantel, fenbendazol, ivermectin, levamisol e oxfendazol. Os anti-helmínticos são mais comumente usados em animais jovens e por isso a presença de resíduos no leite não é considerada significante nessas condições de uso.

Figura 11. Aplicação de vermífugo via oral em bezerros. A dosagem de vermífugo recomendada pelo fabricante está relacionada ao peso do animal.

Pesticidas

Os pesticidas são substâncias que possuem o objetivo de prevenir, destruir, repelir ou controlar as pestes nos animais e plantas. Os pesticidas incluem os inseticidas, fungicidas, herbicidas, repelentes, raticidas e outros produtos de uso doméstico e industrial.

Os pesticidas são mais usualmente usados nos animais de produção para combater parasitismos. Este tipo de doença constitui uma ameaça à saúde dos animais e representa uma importante perda econômica na produção pela diminuição da produção de leite, redução do ganho de peso, gastos com medicamentos, e pelas taxas de morbidade e mortalidade.

Na agricultura, inseticidas e herbicidas possuem a função de combater pragas que acometem as lavouras e, ainda, eliminar plantas não desejáveis na formação de pastagens e culturas. Em ambos os casos, os usos desses pesticidas aumentam a produtividade da área tratada, porém, quando não aplicados corretamente podem oferecer risco à saúde do homem e animais. O não respeito ao período de carência dos defensivos, ou uso de dosagem superior à recomendada pelo fabricante são os principais fatores de risco para contaminação do solo, água e plantas e, por consequência, o leite produzido por bovinos que fizerem ingestão desses recursos naturais.

Os compostos empregados como carrapaticidas são derivados de diversas bases orgânicas tais como amidina, piretrina, avermectina, tiazolidina e ésteres do ácido fosfórico. Os principais carrapaticidas usados no Brasil são: alfacipermetrin, alfametrin, amitraz, cyalothrin, cypermethrin, cyfluthrin, deltametrin e flumethrin.

A dosagem preconizada para vacas em lactação varia de acordo com o produto comercial e a aplicação pode ser por aplicação direta no dorso do animal ("*pour on*"), por aspersão ou pulverização (banho) ou por via injetável. Para que o nível dos pesticidas no leite e nos produtos lácteos seja o mais baixo possível, recomenda- se que as boas práticas de aplicação, estocagem, transporte e distribuição sejam seguidas, aplicando-se a dosagem correta, cuidando-se para não contaminar o alimento do animal (Figura 12). Os carrapaticidas de uso sistêmico comercializados no Brasil são proibidos para vacas em lactação. Quando utilizados nesse período constituem risco à saúde pública.

Figura 12. Banho carrapaticida realizado em câmara atomizadora (A) e por aspersão com bomba costal (B)

Câmara atomizadora

Banho por aspersão com bomba costal

Desinfetantes e Detergentes

Detergentes e desinfetantes podem contaminar o leite se permanecerem resíduos destes produtos após a lavagem de equipamentos de ordenha, tanque de refrigeração, utensílios que entram em contato com o leite e após o uso na desinfecção dos tetos.

Desde que o processo de lavagem seja seguido corretamente, isto é, seguido de enxague e drenagem adequada, não deverá haver quantidades significativas de resíduos de produtos para limpeza no equipamento e tanque de refrigeração. Traços dos principais componentes dos detergentes tais como álcalis, ácidos e fosfatos são difíceis de detectar no leite, pois estes elementos estão presentes como constituintes naturais na forma de sódio, citrato e fosfato. O cloro se combina com proteínas do leite ou se transforma em cloreto, sendo difícil sua detecção no leite.

Os principais produtos usados para desinfetar os tetos são à base de iodo, cloro, clorexidina, ácido lático, entre outros. Na formulação de alguns desses produtos se adiciona um emoliente (glicerina ou lanolina, por exemplo), para evitar a irritação da pele do teto. A prática de desinfecção pré e pós ordenha, geralmente não causa o aparecimento de resíduos no leite, pois os tetos são desinfetados e secos antes da ordenha seguinte.

Traços de iodo podem ser confundidos com a ocorrência natural, pois os níveis podem variar de 0,05 a 0,5 mg/kg, dependendo da dieta.

Micotoxinas

Os principais gêneros de fungos que produzem micotoxinas são Aspergillus, Fusarium e Penicillium. Dentre as micotoxinas, as aflatoxinas são as de maior importância para a cadeia do leite. São produzidas pelas espécies do gênero Aspergillus (A. flavus, A. parasiticus e A. nomius)

Micotoxinas são substâncias com potente ação hepatotóxica, cuja ação varia de envenenamento agudo a desenvolvimento de câncer, tanto nos animais como no homem. As principais aflatoxinas são B1, B2, G1 e G2, sendo B1 a mais potente.

Os fungos do gênero Aspergillus estão disseminados na natureza e produzem duas ou três formas de aflatoxinas, uma das quais é a estirpe B1. Estas podem ser encontradas em alimentos mofados como amendoim, milho, sorgo, caroço de algodão ou outros grãos. As culturas podem se contaminar no campo, em condições de colheita tardia. O armazenamento do alimento em ambiente quente e úmido também propicia o desenvolvimento dos fungos.

A presença de aflatoxinas no leite é resultado da ingestão pela vaca em lactação de alimentos contaminados pelas estirpes B1 e B2, dando origem aos derivados M1 e M2 eliminados pelo leite. Os níveis de M1 no leite ou produtos lácteos aparentemente não são afetados pela pasteurização, esterilização, fermentação, refrigeração, concentração ou secagem.

Alimento volumoso

Figuras 13 a e b. Alimentos volumosos e concentrados quando mal armazenados podem desenvolver fungos e servirem de fonte de aflatoxinas para os ruminantes

Alimento concentrado

Diversos países definiram limites máximos aceitáveis de aflatoxinas M1 nos alimentos. Nos EUA e na União Europeia o limite para M1 é de 0,5 a 0,1 ppb (partes por bilhão) no leite fluido e no leite destinado à alimentação infantil, respectivamente. No Brasil deverão respeitar um limite máximo de 0,5µg/Kg para leite fluido de acordo com a Resolução RDC 07/2011 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Este limite também é regulamentado na alimentação animal, não devendo ultrapassar 20 ppb, para que as concentrações encontradas no leite estejam dentro dos limites aceitáveis.

Hormônios

Diversos tipos de hormônios são empregados na produção animal em todo mundo. Hormônios podem ser administrados à vaca leiteira como coadjuvante no tratamento de mastite, para sincronização do estro, para induzir ovulação múltipla ou para indução do parto. No tratamento de mastite, muitas vezes se administra corticosteróides, pelas vias intramamária ou sistêmica, devido a sua ação anti-inflamatória. A maioria destes compostos é sintético, como por ex., dexametasona, prednisolona e flumetasona. Neste caso, há necessidade de se respeitar o período de carência para que o LMR permitido no leite não seja atingido.

Os hormônios usados para o manejo reprodutivo, de uma forma geral, não alteram de forma significativa na composição do leite.

Para a sincronização do estro ou indução de ovulação múltipla utiliza-se os hormônios prostaglandina (PFG2a), estradiol, progesterona e gonadotrofina. O tratamento com prostaglandina induz um aumento de três vezes na concentração de PFG2a no leite, uma hora após a aplicação. O nível normal é restabelecido 3 a 7 horas após o tratamento, de modo que não há aumento significativo nos resíduos no leite. Os tratamentos com estradiol ou progesterona não induzem normalmente alteração significativa das concentrações no leite.

A somatotrofina bovina (do inglês “Bovine Somatotropin” ou BST) é um hormônio natural produzido pela glândula pituitária das vacas, e pertence ao grupo de hormônios que controla a produção de leite. É também chamado de hormônio do crescimento bovino. O termo rBST (r = recombinante) se refere ao BST que é produzido em laboratório e é injetado nas vacas em lactação para aumentar a eficiência da produção de leite. Ambas as formas de BST, a produzida naturalmente e a suplementada via injeção, são transportadas para o fígado do animal via corrente sanguínea. No fígado, o BST estimula a produção do fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF-1), outro hormônio de estrutura proteica, que tem papel importante na regulação da conversão dos nutrientes da dieta em leite.

BST via injeção
|
V
Fígado via sanguínea
|
V
Produção de IGF1
|
V
Conversão dos nutrientes da dieta em leite

A vaca que recebe o rBST aumenta a eficiência da conversão dos alimentos, porém consome mais alimentos. A quantidade de nutrientes requeridos para a manutenção corporal permanece a mesma e o aumento na ingestão é direcionado para a produção de leite.

Figura 14. Aplicação de hormônios utilizados na prática reprodutiva, desde que seguidas as recomendações de dosagem e respeitados o período de carência (se for o caso) normalmente não provocam concentrações significativas no leite

1.2.4.2 Prejuízos e riscos dos resíduos químicos e contaminantes no leite

A intensificação da alimentação dos animais de produção tem levado a mudanças no tamanho, na estrutura, no uso de tecnologias e no manejo das criações. Sistemas modernos de produção têm propiciado melhor controle de doenças devido à melhoria do controle higiênico sanitário. Por outro lado, têm tornado os animais mais vulneráveis a doenças por causa da maior densidade animal. Nesse sentido, os cuidados sanitários com o rebanho leiteiro, exigem aplicação de antibióticos, carrapaticidas, vermífugos, entre outros produtos. Contudo, o resíduo desses produtos pode causar danos à saúde do consumidor, além de provocar perdas de rendimento de fabricação na indústria. A presença de contaminantes químicos em alimentos pode causar reações de hipersensibilidade e de toxicidade ao homem. As reações tóxicas podem ser agudas, crônicas e/ou retardadas, como a ação carcinogênica. O leite contaminado por substâncias químicas é considerado adulterado e impróprio para o consumo, pois representa um risco à saúde.

1.2.4.2.1 Antimicrobianos no leite

O uso indiscriminado de agentes antimicrobianos cria condições adequadas para a emergência e a disseminação de bactérias resistentes. A disseminação da resistência antimicrobiana não respeita fronteiras filogenéticas ou ecológicas. Assim, ao focar nos problemas de resistência antimicrobiana deve-se ter uma visão global e holística. Uma preocupação sobre a presença de resíduos de antimicrobianos no leite se refere à possibilidade de ação sobre microrganismos do ambiente e da flora intestinal levando ao aumento da população de bactérias resistentes, devido à pressão seletiva. A ocorrência de bactérias com resistência múltipla no ambiente tem sido um fenômeno frequente. Muitos pesquisadores acreditam que este fenômeno tem sido o resultado do uso intensivo de antimicrobianos, tanto em medicina humana como na veterinária.

Outro aspecto importante diz respeito à indústria laticinista, em que a presença de resíduos de antimicrobianos no leite pode causar grandes prejuízos ao setor, uma vez que pequenas concentrações podem inibir culturas lácteas utilizadas na fabricação de queijos, iogurtes e outros produtos. As principais razões porque os produtores, laticínios, autoridades de saúde pública e consumidores se preocupam com os resíduos de antibióticos no leite são:

a. Possibilidade de desencadear reações alérgicas em seres humanos;
b.Inibição de culturas lácteas usadas na fabricação de produtos fermentados, como queijos e iogurtes, prejudicando o processamento e causando prejuízos para a indústria;
c.Formação de odores desagradáveis nos produtos lácteos;
d.Contribuição para a emergência de bactérias resistentes;
e.Comprometimento da imagem do leite como alimento, como um alimento rico, puro e proveniente de animais saudáveis.

O leite com resíduos de antimicrobianos pode mascarar os resultados dos testes usados para avaliar a contaminação microbiana do leite, tais como a redutase e contagem padrão em placas.

O tratamento térmico usado na indústria de lácteos afeta muito pouco (ou não afeta) a atividade dos resíduos de antibióticos e de outros contaminantes químicos presentes no leite cru. A pasteurização tem pouco ou nenhum efeito no conteúdo de antimicrobianos do leite. O cloranfenicol é completamente resistente ao aquecimento a 100 °C. A fervura ou o aquecimento do leite a 100 °C destrói alguns antibióticos nas seguintes porcentagens: penicilina, 50%; estreptomicina, 66% e oxitetraciclina e tetraciclina, 90%.

1.2.4.3 Uso consciente e cuidados na aplicação de produtos químicos e medicamentos

Falhas na aplicação dos pesticidas (inseticidas, herbicidas, carrapaticidas, nematicidas e acaricidas) podem levar ao aparecimento de resíduos no leite, constituindo uma ameaça para a saúde humana. Para que o nível dos pesticidas no leite e nos produtos lácteos seja seguro para a saúde do consumidor e o mais baixo possível, é recomendável que as boas práticas de aplicação, estocagem, transporte e distribuição destes produtos sejam seguidas. Além disso, a aplicação da dosagem correta, por meio de equipamentos bem regulados, e cuidados para não contaminar o alimento do animal são igualmente importantes.

O uso de produtos químicos e medicamentos nos animais de produção deve ser sempre recomendado por um médico-veterinário, assim como o uso de inseticidas e herbicidas deve ser recomendado por um engenheiro agrônomo. Antes da aplicação, deve-se ler atentamente a bula do medicamento e seguir as orientações conforme descritas, assim como não se devem usar medicamentos para finalidades diferentes daquelas recomendadas pelo médico veterinário, especialmente quando se tratar de antibióticos. Um ponto muito importante é respeitar o período de carência do medicamento para que não ocorra resíduos no leite.

As condições climáticas brasileiras favorecem a reprodução de parasitas, a proliferação de bactérias e de organismos que causam doenças em animais. Tal fato contribui para o uso mais intenso de drogas veterinárias. Quando o tratamento com medicamentos é realizado sem consulta a especialista e de forma indiscriminada, aumentam-se os riscos da resistência e contaminação ambiental.

Os pesticidas podem deixar resíduos em alimentos, portanto há necessidade do estabelecimento de LMRs permitidos. O LMR é a quantidade máxima de resíduo de um pesticida expresso em mg/kg, que pode estar legalmente presente nos alimentos ou em rações dos animais. Os critérios para estabelecer o LMR de pesticidas em alimentos estão relacionados ao valor da ingestão diária aceitável, que não pode ser ultrapassado. No caso do leite, é a partir do valor do LMR que é estabelecido o período de carência para cada produto, que indica o tempo que deve existir entre o fim de uma aplicação e o momento em que o leite pode ser comercializado e consumido.

Entre os produtos químicos e medicamentos utilizados na produção de leite, o uso do antimicrobiano está entre os mais disseminados. Portanto, o seu uso deve ser feito de forma prudente e racional nos animais. A utilização antimicrobiana racional é importante para salvaguardar a eficácia do medicamento e evitar a seleção e a disseminação de bactérias resistentes, bem como resistência em bactérias comensais que podem ser transmitidas entre animais e humanos.

Algumas recomendações gerais devem ser seguidas para todos os tipos de produtos químicos e medicamentos usados na produção animal. Primeiramente, eles devem ser estocados em local próprio, de preferência em armários fechados, porém em ambiente ventilado e de acordo com as recomendações do fabricante. Todos os frascos devem estar identificados e mantidos nas condições recomendadas pelos fabricantes, especialmente em relação à temperatura, prazo de validade e uso ao qual se destinam, em suas embalagens originais com as instruções de uso.

Abaixo seguem as principais recomendações de uso para cada tipo de produto químico ou medicamento de uso mais comum na propriedade leiteira:

Antimicrobianos

a) Ler com atenção as instruções contidas na bula antes da sua administração ao animal. Prestar atenção especialmente quanto a: nome da droga e ingrediente ativo, período de retirada do leite do consumo (período de carência), nome do fabricante, recomendações de uso, prazo de validade, dosagem recomendada e cuidados especiais.

b) Identificar as vacas tratadas e ordenhá-las separadamente, para evitar a mistura acidental do leite contaminado com o restante do leite do rebanho.

c) Respeitar rigorosamente o período de carência do medicamento aplicado. Antimicrobianos que não trazem esta informação não devem ser usados para tratamento de vacas em lactação. A alteração na dosagem recomendada pode interferir com o período de carência.

d) Evitar o uso de antibióticos diferentes no mesmo tratamento, porque pode aumentar o período de excreção de resíduos e alterar o prazo de retirada do leite para consumo.

e) Evitar o tratamento da mastite subclínica durante a lactação, pois aumenta a possibilidade de aparecimento de resíduos no leite. Dar preferência ao tratamento no início do período seco, que apresenta maior taxa de cura.

f) Não utilizar preparações de antibióticos recomendados para início do período seco em vacas lactantes, porque aquelas persistem por mais tempo no úbere.

g) Adotar cuidados rigorosos de higiene quando da aplicação intramamária de antimicrobianos. Estes são: os tetos devem estar limpos, secos e previamente desinfetados; as cânulas de aplicação devem estar limpas, e não devem ser reutilizadas; inserir somente 3mm a 4 mm da cânula no teto e desinfetá-lo por imersão após a aplicação do medicamento. Isto evita que o próprio tratamento sirva de nova fonte de infecção com microrganismos do ambiente.

Anti-helminticos:

a) Adotar o controle estratégico das verminoses gastrointestinal e pulmonar, nas fazendas leiteiras. Neste controle, as vermifugações dos animais de cria e recria são feitas nas épocas em que as larvas estão em menor número nas pastagens.

b) Vermifugar animais adultos somente quando apresentarem sintomas de doença (verminose), pois eles são mais resistentes. Se for necessário tratar vacas em lactação, seguir as recomendações sobre o período de carência do produto aplicado.

Carrapaticidas:

a) Estocar os pesticidas em local seguro, seco, distante dos alimentos dos animais, do suprimento de água, e fora do alcance de animais ou pessoas não autorizadas ou de animais.

b) Evitar a contaminação de equipamentos com pesticidas.

c) Usar sempre, quando houver necessidade de aplicação de pesticidas, produtos aprovados e nas dosagens recomendadas.

d) Adotar o sistema de controle estratégico dos carrapatos dos bovinos e realizar a limpeza das pastagens para reduzir o número de banhos. Aplicar somente acaricidas aprovados, de acordo com as recomendações da bula.

e) Descartar as embalagens de pesticidas e as sobras dos produtos de acordo com as recomendações oficiais e dos fabricantes.

No preparo e aplicação do produto utilize máscaras, luvas e vestuário adequados e banhe os animais a favor do vento, para evitar danos à saúde, seguindo as regras do EPI (Equipamento de Proteção Individual) e siga sempre as orientações dos fabricantes dos produtos.

Caso não tenha o leitor do código instalado em seu dispositivo acesse o Google Play (Android) ou App Store (iOS) e baixe o aplicativo QR Code ou clique no link abaixo.

Período de carência pelo uso de carrapaticidas

Perigo na mistura de carrapaticidas

Cuidados no uso de carrapaticidas

Hormônios:

A aplicação de hormônios em vacas em lactação deve ser feita sob orientação veterinária, usando-se somente produtos licenciados, e obedecendo as recomendações de dosagem e a retirada do leite do consumo, quando houver necessidade.

Detergentes e sanitizantes:

Se o uso de desinfetantes e produtos de limpeza é feito de maneira correta, com o devido enxágue com água potável, não deverá ocorrer o aparecimento de resíduos no leite. O uso negligente e o mau uso devem ser evitados. As principais recomendações para se evitar resíduos no leite são:

a) Manter em boas condições as instalações e utensílios que entram em contato com o leite e os equipamentos de ordenha.

b) Realizar a limpeza dos equipamentos, utensílios e tanque de refrigeração com produtos recomendados, realizando-se o enxague com água potável e drenagem da água residual.

c) Treinar e esclarecer os empregados quanto aos procedimentos de limpeza.

Micotoxinas:

A prevenção de micotoxinas no leite requer uma inspeção cuidadosa da alimentação fornecida aos animais para sinais visíveis de fungos. Alimentos nestas condições devem ser descartados. Deve-se também vistoriar silos para verificar se ocorre a retenção de restos de silagem mofada, que podem servir de fonte de contaminação para o sistema. Para a redução da contaminação do leite com a micotoxina M1 deve-se reduzir a contaminação de grãos usados na alimentação dos animais. Para isso, selecionar variedades resistentes aos fungos toxigênicos, prevenir o dano da cultura por insetos e usar a rotação de cultura apropriada. Durante a colheita, deve se evitar danos à planta, alta umidade e presença de solo nos grãos. A secagem dos grãos é uma etapa crítica que antecede o armazenamento, este deve fornecer condições ideais de temperatura, baixa umidade e aeração.

1.3 Evolução da legislação relacionada ao leite cru no Brasil

A profissionalização do setor leiteiro já é realidade em diversos países considerados desenvolvidos. Naqueles países foram feitos esforços e investimentos realizados pelos produtores, indústrias e órgãos governamentais nas últimas décadas. A melhoria dos índices gerenciais e zootécnicos dos rebanhos, a granelização da captação do leite, o uso de ordenhas mecânicas pelos produtores, a ampliação da capacidade de processamento de leite e a maior articulação junto ao mercado internacional de lácteos pela indústria, associados à regulamentação de normas visando a melhoria da qualidade do leite pelos órgãos oficiais, são alguns exemplos de como esses países avançaram rapidamente.

Nesse sentido, vale a pena destacar o processo de melhoria da qualidade do leite no Brasil. No final da década de 80, intensificou-se a coleta a granel de leite nas fazendas. O impacto econômico para a indústria ocorreu, primariamente, na redução de custos de captação, e esse foi o fator que mais influenciou a implantação dessa mudança, contribuindo de forma significativa para a melhoria da qualidade do leite. Até então a qualidade não era avaliada de maneira criteriosa pelos produtores e pela indústria.

Seguindo os passos dos países que já se estabeleceram na excelência da produção de leite de qualidade, o país busca atingir os padrões mais altos de qualidade. Isso é importante porque possibilitará ainda mais a inserção dos produtos lácteos brasileiros nos mais exigentes mercados consumidores do mundo (Tabela 13).

Tabela 13. Requisitos microbiológicos e de CCS para o leite cru em diversos países

Requisitos	Brasil	EUA	Canadá	Nova Zelândia
CBT (UFC/mL)	<300.000	< 100.000	< 50.000	< 100.000
CCS (células/mL)	<500.000	< 750.000	< 500.000	< 400.000

Fonte: Brasil (2018); FDA (2003); Canadian Food Inspection System (1997); New Zealand Safety Food Authority (1990)

O mercado internacional de lácteos, principalmente o de leites desidratados, visa abastecer um nicho exigente de consumidores ao redor do mundo, que estão dispostos a pagar e consumir um leite de alta qualidade. Nesse caso, a qualidade pode ser entendida pelo fornecimento de um produto com ausência de resíduos e contaminantes, com maior teor de sólidos (proteína e gordura) e ausência de microrganismos indesejáveis. Nesse contexto, as atenções devem estar voltadas para a produção, armazenamento e transporte da matéria-prima até a sua chegada na indústria.

1.3.1 Parâmetros brasileiros de qualidade do leite

A qualidade do leite produzido no Brasil é tema recorrente de debates nas últimas duas décadas, envolvendo as esferas públicas e privadas do setor. Essa discussão foi impulsionada principalmente pela tendência mundial de consumo de produtos lácteos mais seguros e com maior qualidade. Em 2002 foi aprovada a Instrução Normativa nº 51, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que aprovou os "Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel".

A IN 51 promoveu mudanças na cadeia produtiva do leite com ações voltadas para difusão das práticas para melhoria da qualidade do leite. Na época, foram determinados prazos para que o produtor se adequasse às exigências de qualidade. Apesar dos avanços conquistados, observou-se que grande parte dos produtores de leite não estavam aptos a atender às exigências nos prazos estabelecidos, mais especificamente em relação aos parâmetros de CCS e CBT. Dessa forma, os parâmetros de qualidade do leite foram atualizados por meio da Instrução Normativa nº 62, de 21 de dezembro de 2011. Novamente, o prazo para atender aos requisitos técnicos de qualidade do leite determinado na IN 62 foram postergados sucessivamente com a publicação da Instrução Normativa nº 7 de 3 de maio de 2016 e Instrução Normativa n° 31 de 29 de junho de 2018. Durante o prazo de vigência da IN 31, foi observado pelos resultados das análises oficiais de qualidade realizadas pela Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), que grande parte dos produtores não estariam aptos a atender às exigências de qualidade mais rígidas previstas para entrarem em vigor a partir de 1° de julho de 2019.

E continuou-se um ciclo vicioso de criação de novas IN com novos prazos e observação de falta de aptidão de atender as exigências

Com o objetivo de simplificar o entendimento sobre os prazos e exigências de qualidade estabelecidos em Instruções Normativas anteriores e promover um plano mais sólido e duradouro de qualificação dos produtores de leite, o MAPA publicou, em 26 de novembro de 2018, a Instrução Normativa 76 e Instrução Normativa 77. A IN 77 estabeleceu os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial, e, ainda, revogou as Instruções normativas 51/2002, 62/2011, 07/2016 e 31/2018. Com a nova redação dada pela IN 76, que aprovou os regulamentos técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite tipo A, ficou estabelecido apenas um teto máximo para os parâmetros de CBT e CCS, portanto, não havendo mais prazo e exigências de qualidade crescentes como nas normas anteriores.

IN 77:

Regras de manipulação do leite para todas as etapas da cadeia produtiva

IN 76:

Determina as características de qualidade de vários tipos de leite

Os requisitos previstos na IN 76 para o leite cru refrigerado de tanque individual ou de uso comunitário deve apresentar médias geométricas trimestrais de Contagem Padrão em Placas (CPP) ou Contagem Bacteriana Total (CBT) de no máximo 300.000 UFC/mL e de CCS de no máximo 500.000 células/mL. As médias geométricas devem considerar as análises realizadas no período de três meses consecutivos e ininterruptos, com no mínimo uma amostra mensal de cada tanque individual ou comunitário. Conforme disposto no Artigo 45º da IN 77, o estabelecimento deve interromper a coleta do leite na propriedade que apresentar, por três meses consecutivos, resultado de média geométrica fora do padrão apenas para a Contagem bacteriana Total.

A IN76 e IN77 entraram em vigor no dia 30 de maio de 2019 e, portanto, as três primeiras médias geométricas trimestrais consecutivas, que serão consideradas para efeito de interrupção da coleta do leite, serão referentes aos meses de agosto, setembro e outubro de 2019. Para o cálculo da primeira média geométrica trimestral, o produtor deve levar em conta os resultados das análises oficiais dos meses de junho, julho e agosto de 2019. Dessa forma, em agosto o produtor terá formado a primeira média geométrica trimestral referente à qualidade microbiológica do seu leite. A coleta do leite pelo laticínio permanece inalterada nesse mês, independente do resultado obtido. Porém, se o resultado estiver acima do limite máximo definido pela legislação, medidas de correção deverão ser tomadas rapidamente para que o valor da CPP retorne a níveis satisfatórios o quanto antes e, assim, não comprometa o resultado da próxima análise que será realizada em setembro. A segunda média geométrica trimestral será formada pelos resultados dos meses de julho, agosto e setembro de 2019. Por fim, a terceira e última média geométrica trimestral será formada pelos meses de agosto, setembro e outubro de 2019.

Veja abaixo alguns exemplos para melhor entendimento:

Exemplo 1: Em agosto, a primeira média geométrica trimestral (formada pelos resultados oficiais dos meses de junho, julho e agosto) foi de 342.000 UFC/mL (fora do padrão), porém, a coleta do leite não é interrompida nesse momento.

Com o resultado mensal de setembro, a segunda média geométrica trimestral diminuiu para 267.000 UFC/mL e, em outubro esse valor ficou em 150.000 UFC/mL.

Nesse caso, o leite desse produtor não terá a sua coleta interrompida pelo laticínio. Com a manutenção de resultados mensais subsequentes satisfatórios, as médias geométricas trimestrais permanecem sempre abaixo do limite máximo permitido na legislação, evitando a interrupção da coleta do leite pelo laticínio. Nesse exemplo, a significativa diminuição da contagem bacteriana total do leite no mês de agosto e a partir de outubro, provavelmente em função da adoção de boas práticas de ordenha e higiene na produção, foi fundamental para a manutenção de valores abaixo do limite máximo permitido pela legislação.

Exemplo 1	**CPP x 1.000 (UFC/mL)**							
Mês	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19	jan/20
Resultado mensal	682	453	129	325	80	102	96	46
Média geométrica trimestral			342	267	150	138	92	77

Caso não tenha o leitor do código instalado em seu dispositivo acesse o Google Play (Android) ou App Store (iOS) e baixe o aplicativo QR Code ou clique no link abaixo.

Instrução Normativa 76 | Instrução Normativa 77 | Instrução Normativa 58 | Instrução Normativa 59

Exemplo 2: Em agosto, a primeira média geométrica trimestral (formada pelos resultados oficiais dos meses de junho, julho e agosto) foi de 881.000 UFC/mL (fora do padrão), porém, a coleta do leite também não é interrompida nesse momento.

Com o resultado mensal de setembro muito alto, a segunda média geométrica também permanece muito alta (803.000 UFC/mL) e, em outubro esse valor ficou em 420.000 UFC/mL. Apesar da melhora do resultado mensal em outubro (147.000 UFC/mL), esse resultado não foi suficiente para diminuir a média geométrica trimestral que leva em conta no cálculo os resultados dos dois meses anteriores (agosto e setembro). Nesse caso, o leite desse produtor terá a sua coleta interrompida pelo laticínio já no mês de outubro.

Exemplo 2	**CPP x 1.000 (UFC/mL)**							
Mês	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19	jan/20
Resultado mensal	849	1027	785	642	147	98	248	187
Média geométrica trimestral			881	803	420	210	153	166

É importante observar nesse exemplo 2 que, provavelmente, se o produtor apresentar um resultado satisfatório ainda no mês de outubro, retomará rapidamente a entrega do leite e, ainda, mantendo as ações corretivas e as boas práticas de ordenha e higiene na produção ao longo dos meses subsequentes (novembro, dezembro, etc.), obterá resultados mensais e médias geométricas trimestrais dentro dos limites aceitáveis pela legislação, evitando a interrupção da coleta do leite pelo laticínio.

Contudo, no dia 6 de novembro de 2019, entrou em vigor a IN 59 do MAPA, alterando a redação de alguns artigos da IN77. Na nova redação, ficou determinado que se o produtor apresentar um resultado de análise de Contagem Padrão em Placas - CPP dentro do padrão, emitido por laboratório da RBQL no mesmo mês referente à terceira média geométrica fora do padrão, a interrupção de que trata o caput não se aplicará, mantendo-se esta condição enquanto os resultados de análises mensais estiverem abaixo de 300.000 UFC/mL.

Igual a esse exemplo, a média geométrica da CBT já deu acima do maximo (300), mas o resultado desse mês deu abaixo, nesse caso, a interrupção ainda não se aplica, pois há esperança de melhora

Uma vez entendido como funcionará a normativa ministerial, produtores e laticínios deverão focar no treinamento e capacitação dos seus funcionários. Produtores devem focar na capacitação do ordenhador, enquanto os laticínios devem priorizar o treinamento dos seus técnicos sobre os principais procedimentos que podem afetar negativamente a qualidade microbiológica do leite na fazenda.

Os fatores associados a alta CBT estão relacionados principalmente à não adoção das boas práticas agropecuárias; à precária limpeza e higiene do ambiente das vacas, do equipamento de ordenha e tanque de refrigeração; à não adoção de hábitos higiênicos do ordenhador e, à qualidade da água utilizada na produção e, ao maior tempo para diminuição da temperatura do leite após a ordenha.

O ordenhador tem um papel muito importante na rotina da fazenda, mas muitas vezes sem a capacitação necessária, passa a desempenhar suas atividades de forma ineficaz. O processo de ordenha depende da interação harmoniosa entre a vaca, o equipamento de ordenha e o ordenhador. A escolha do ordenhador dependerá do seu perfil, habilidades e vontade para realizar essa atividade. O treinamento é muito importante, porém a ordenha só será eficiente se o ordenhador atender a alguns pré-requisitos, como: gostar de vacas e interagir com elas de forma natural, cuidadosa e tranquila; gostar de ordenhar e ter ciência da importância do seu trabalho, seguir procedimentos padronizados de ordenha e possuir hábitos higiênicos.

A água pode ser uma fonte importante de contaminação microbiana. A água utilizada na produção deve ser de boa qualidade bacteriológica. Caixas de abastecimento de água não tratadas ou de fontes naturais como poços perfurados, tanques e rios, também podem estar contaminados com microrganismos fecais. Além disso, uma grande variedade de bactérias saprófitas também podem estar presentes na água e podem contaminar o leite.

1.3.2 Sistema de pagamento por qualidade

O pagamento do leite de acordo com a qualidade constitui um incentivo fornecido pela indústria aos produtores e influencia diretamente a qualidade, a quantidade e a composição da oferta do leite cru. Na maioria dos países, o preço do leite é baseado em parâmetros de composição, como proteína, lactose e gordura, de higiene, como CCS e CBT, adulteração pela adição de água e ausência de antibióticos e de contaminantes químicos.

O sistema de pagamento ao produtor pela qualidade do leite no Brasil iniciou-se no final da década de 90, logo após a implantação da refrigeração do leite em tanques individuais, permitindo a coleta a granel do leite nas propriedades rurais. A refrigeração imediata do leite nas fazendas foi o primeiro e mais importante passo para a melhoria da qualidade do leite transportado até a indústria. Porém, foi nos anos 2000 que esse sistema foi intensificado pelas indústrias. As indústrias perceberam que apesar da melhora significativa, havia mais espaço e necessidade de melhoria da qualidade da matéria prima da porteira para dentro, iniciando-se o pagamento pela qualidade. Este sistema de pagamento tem por objetivo incentivar os produtores a investirem na melhoria da qualidade da matéria-prima, estimulando o produtor a adotar boas práticas de produção e armazenamento, pela bonificação ou penalização sobre o preço base do leite.

Usualmente, as indústrias brasileiras que adotaram o sistema de pagamento, utilizam como indicadores de qualidade do leite os parâmetros de CBT, CCS, proteína e gordura. Quanto menor as contagens de bactérias e de células somáticas, e, quanto maior os teores de gordura e proteína, maior será o preço pago ao produtor por litro de leite.

1.4 Impactos da qualidade do leite para o produtor, indústria e consumidor

A produção e oferta de um alimento saudável é responsabilidade de todos os envolvidos no setor. O primeiro a sofrer os impactos da qualidade do leite é o produtor, em seguida a indústria e por fim o último elo da cadeia, que é o consumidor.

1.4.1 Impactos para o produtor

O leite é consumido no mundo todo, na sua forma fluida ou em derivados lácteos e a qualidade dos produtos é essencial para a saúde humana, por isso o produtor deve ter consciência da importância de produção de um alimento saudável. Além disso, a qualidade do leite interfere economicamente na atividade desenvolvida pelo produtor.

Para produtores vinculados a programas de pagamento por qualidade, o impacto imediato para aquele que produz um leite de alta qualidade é o recebimento de um valor adicional por litro de leite. Os benefícios indiretos serão observados em vários processos do sistema de produção, uma vez que a adoção de boas práticas resultará em maior lucratividade da atividade como um todo.

O leite de qualidade deve apresentar contagens bacterianas e de células somáticas abaixo do limite máximo e, teores de proteína e gordura acima dos limites mínimos, previstos na legislação brasileira, sendo esses os principais parâmetros avaliados pela indústria como indicadores da qualidade da matéria prima. Para se obter teores de sólidos mais altos, o produtor deverá realizar mudanças no manejo nutricional e melhoramento genético do rebanho. O teor de gordura, normalmente, apresenta uma resposta relativamente rápida às mudanças no manejo nutricional, enquanto que o teor de proteína apresenta pequena alteração. O melhoramento genético constitui uma das ferramentas de longo prazo para consolidar nos rebanhos uma produção de leite com teores de proteína e gordura mais elevados.

Então os ganhos não serão somente pelo aumento de lucro [no pagamento por qualidade], mas também pela redução de custos

A implantação de um programa de controle e prevenção de mastite promoverá a redução da CCS do rebanho pela diminuição dos índices de mastite. Os ganhos poderão ser observados no maior volume de leite produzido, menores custos relacionados ao descarte de leite, ao uso de medicamentos, à assistência veterinária e menor descarte involuntário de animais.

De forma geral, a adoção de boas práticas de manejo e rotina de ordenha, limpeza, higiene da ordenha e do tanque de refrigeração, controle e prevenção de mastite proporcionará benefícios diretos e indiretos ao produtor, que participa de um programa de pagamento por qualidade. Estas ações permitirão ao produtor melhorar a produtividade do rebanho e consequentemente a lucratividade da atividade.

Figuras 15 a, b e c. Boas práticas de limpeza dos equipamentos e a refrigeração rápida do leite são fundamentais na obtenção de um leite de alta qualidade microbiológica

1.4.2 Impactos para a indústria

A competitividade e eficiência da indústria de laticínios no Brasil ainda são baixas quando comparadas à de outros países, devido principalmente à baixa qualidade da matéria-prima captada.

Atualmente, o leite que chega às indústrias brasileiras apresenta uma qualidade mediana, pois o sistema de coleta por rotas baseadas no binômio volume x distância não distingue o produtor de melhor e pior qualidade. Nesse modelo, o caminhão que coleta o leite de alta qualidade é o mesmo que coleta o leite de baixa qualidade durante a execução da rota. Esta mistura de leite de diferentes qualidades aumenta o risco de perdas durante o transporte. Dependendo da qualidade inicial de um leite, essa contaminação pode aumentar o risco de que todo o leite presente no caminhão se torne impróprio para o processamento ao chegar na indústria.

Leite coletado dos produtores que "estão no caminho", sem discriminar qual o produtor mais ou menos confiável

Para os laticínios, o prejuízo advindo da baixa qualidade do leite concentra-se principalmente no menor rendimento obtido durante o processo de fabricação, pois o leite de baixa qualidade apresenta menores teores de sólidos totais, tornando necessário maior volume para fabricar a mesma quantidade de derivados. Isto reduz a eficiência do processo e aumenta o custo direto de fabricação. Adicionalmente, há o aumento dos custos relacionados ao maior tempo de operação e consumo de energia para a fabricação dos produtos lácteos.

Por último, porém não menos importante, a industrialização do leite de baixa qualidade gera produtos com textura, aroma e odores indesejáveis e com menor vida de prateleira. Pode-se deduzir que as indústrias que perceberem a relevância da obtenção de uma matéria-prima de alta qualidade, sairão na frente na busca por maior inserção no mercado doméstico e exportador de lácteos. Quando todos que compõem os elos da cadeia trabalharem com o objetivo de agregar valor ao produto final, seja o leite cru para o produtor ou os derivados lácteos para a indústria, o País terá mais competitividade, podendo ocupar com maior destaque, nichos de mercados mais exigentes.

1.4.3 Impactos para o consumidor

O efeito da obtenção de um leite de alta qualidade pelo produtor, e a sua manutenção ao longo da cadeia de processamento, transporte e armazenamento, é de extrema importância para o consumidor. Produtos lácteos fabricados a partir de uma matéria prima de qualidade tende a possuir melhores características nutricionais, sensoriais e apresentam menor risco à saúde do consumidor.

Nas últimas décadas, o consumidor brasileiro tem tido maior acesso a produtos de origem animal de maior valor agregado. Os produtos lácteos apresentam grande demanda pelos consumidores. Contudo, uma parcela significativa da população ainda consome produtos de baixa qualidade, provavelmente por questões relacionadas à baixa renda ou pela falta de informações. Esses fatores se traduzem em menor pressão exercida pelo mercado consumidor para melhoria da qualidade dos produtos produzidos e ofertados pelo produtor e pela indústria, respectivamente.

Do ponto de vista nutricional o consumo de leite e derivados de alta qualidade é mais benéfico ao consumidor. Esses produtos normalmente apresentam características organolépticas, como aroma, textura, odor e sabor desejáveis ao paladar humano, aumentando a frequência de consumo, o que, por sua vez, favorece toda a cadeia produtiva.

Por outro lado, produtos de baixa qualidade podem desestimular o consumidor a adquirir novamente alimentos como o leite e seus derivados. A frequência de produtos com defeitos de fabricação afetará diretamente e negativamente o setor lácteo como um todo.

Todos os parâmetros definidos pela legislação vigente para avaliar a qualidade do leite são relevantes e devem ser considerados, haja vista que a produção de leite com baixa CBT, sob o ponto de vista de segurança do alimento, é fundamental. Quanto menor a contaminação do leite que chega à indústria, maior será a segurança dos processos industriais para eliminação de microrganismos patogênicos causadores de doenças nos seres humanos. Nesse contexto, é importante lembrar que não é possível melhorar um leite de baixa qualidade por meio dos processos de fabricação, após a sua chegada na indústria. O resultado final será sempre um produto com menor vida de prateleira devido à ação de enzimas lipolíticas e proteolíticas produzidas pelos microrganismos contaminantes do leite, com características sensoriais indesejáveis, que desagradam o consumidor e colocam em risco a sua saúde.

1.5 Resumo

a. O leite é composto por água, gordura, proteínas, lactose, sais minerais e vitaminas. Entre os componentes do leite, a gordura é a que sofre maior variação em menor espaço de tempo, devido à mudança do manejo nutricional. Já os teores de proteína são os que menos se alteram, sendo mais influenciados pelo melhoramento genético no longo prazo.

b. O leite cru refrigerado não deve apresentar substâncias estranhas à sua composição, tais como agentes inibidores do crescimento microbiano, neutralizantes da acidez e reconstituintes da densidade ou do índice crioscópico.

O leite de qualidade deve apresentar baixas contagens de bactérias totais (CBT) e de células somáticas (CCS) e, obrigatoriamente, ausência de microrganismos patogênicos ao homem e de resíduos químicos contaminantes.

c. Os requisitos previstos na IN 76 para o leite cru refrigerado de tanque individual ou de uso comunitário devem apresentar médias geométricas trimestrais de CBT de no máximo 300.000 UFC/mL e de CCS de no máximo 500.000 células/mL.

d. A IN 77 estabeleceu critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial, além de prever a capacitação dos produtores de leite e técnicos dos laticínios, devendo cada indústria desenvolver o seu Plano de Qualificação dos Fornecedores de Leite (PQFL).

e. O prejuízo advindo da baixa qualidade do leite concentra-se principalmente no menor rendimento obtido durante o processo de fabricação, pois o leite de baixa qualidade apresenta menores teores de sólidos totais, tornando necessário maior volume para fabricar a mesma quantidade de leite em pó, queijo, iogurte, manteiga, etc. Produtos lácteos fabricados a partir de uma matéria prima de qualidade tende a possuir melhores características nutricionais, sensoriais (aroma, textura, odor e sabor), e apresentam menor risco à saúde do consumidor.

1.6 Referências

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 07, de 18 de fevereiro de 2018. Disponível em:<http://portal.anvisa.gov.br>. Acessado em: 21 março de 2019.

BASTOS, L.H.P.; CARDOSO, M.H.W.M.; et al. Possíveis fontes de contaminação do alimento leite, por agrotóxicos, e estudos de monitoramento de seus resíduos: uma revisão nacional. Cadernos de Saúde Coletetiva. Rio de Janeiro, 19 (1): 51-60. 2011. Disponível em: http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_1/artigos/CSC_v19n1_51-60.pdf. Acesso em: 12 de julho de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União, n. 230, 30 nov. 2018a. Seção 1, p. 9

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 77, de 26 de novembro de 2018. Critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. Diário Oficial da União, n. 230, 30 nov. 2018b. Seção 1, p. 10.

BRITO, M. A. V. P. Resíduos de antimicrobianos no leite. Juiz de Fora: Embrapa gado de Leite, 2000. 28p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 60).

BRITO, M. A. V. P.; COSTA, F. F.; BRITO, J. R. F. O. Aspectos associados à qualidade do leite: composição, saúde do úbere e resíduos químicos. In: PINTO, C. L. O.; PICCOLO, M. P.; BRITO, M. A. V. P.; MARTINS, M. L.; MACÊDO, C. S.; FARIÑA, L. O. Qualidade microbiológica do leite cru. Viçosa, MG: EPAMIG, 2013, p. 57-94.

BYLUND, G. Dairy Processing Handbook. 2. ed. Lund: Tetra pack, 2015. 486 p.
CANADIAN FOOD INSPECTION SYSTEM. National Dairy Code. Ottawa 1997. Disponível em: <https://www.dairyinfo.gc.ca/index_e.php?s1=dr-rl&s2=canada&s3=ndc-cnpl&s4=09-2015>. Acesso em: 15 fev. 2019. O link informado não está funcionando.

CERQUEIRA, M. M. O. P.; PAIVA, C. A. V.; LEITE, M. O.; FONSECA, L. M. Impacto da qualidade da matéria- prima na indústria de laticínios. Disponível em: ≤http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/Microbiology/FoodSafety/news-events/>. Acesso em: 20 ago. 2012.

FAO. Residues of some veterinary drugs in animals and foods. Rome: FAO, 1991 p. (FAO – Food and Nutrition. Paper 41/3).

FAO/WHO FOOD STANDARDS PROGRAMME. CODEX ALIMENTARIUS COMISSION. Residues of veterninary drugs in foods. Vol. 3, 2. Ed. Rome: FAO/WHO, 1996. 78p.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Grade “A” Pasteurized Milk Ordinance, 2003. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov>. Acesso em: 15 fev. 2019.

FOX, P. F. Milk: an overview. In: THOMPSON, A.; BOLAND, M.; SINGH, H. Milk proteins: from expression. To food. Amsterdan: Elsevier, 2009. p. 2-54.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Monograph on residues and contaminants in milk and milk products. Bruxelas: IDF, 1997. (IDF Special Issue 9701).

ITAMBÉ. Sistema de pagamento do leite por qualidade. CCPR/Itambé, 2016. Disponível em: <http://www.ccprleite.com.br/br/p/115/sistema-de-pagamento-do-leite-por-qualidade.aspx>. Acesso em: 15 fev. 2019.

JENSEN, R. G.; FERRIS, A. M.; LAMMI-KEEFE, C. Symposium: milk fat – composition, function and potential for change. Journal of Dairy Science, v. 74, p. 3228-3243, 1991.

JOUAN, P. N.; POULIOT, Y.; GAUTHIER, S.F.; LAFOREST, J.P. Hormones in bovine milk and milk products: a survey. v.16, p.1408-1414, 2006.

LUCEY, J. A; HORNE, D. S. Milk salts: technological significance. In. McSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F. Advanced dairy chemistry:; lactose, water, salts and minor constituints. New York: Springer, 2009. v. 3. p. 351-390.

MacGIBBON, A. K. H; TAYLOR, M. W. Composition and structure of bovine lipids. In: McSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F. Advanced dairy chemistry:; Lipids. 3. ed. New York: Springer, 2006. v. 2. p. 1-35.
MARÉCHAL, C. et al. Mastits impact on technological properties of milk and quality of milk products – a review. Dairy Sci. Technol., v. 91, n. 3, p. 247-282, 2011.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL – NMC. Current concepts of bovine mastites. Madison, 1996. 64 p.
NEW ZEALAND SAFETY FOOD AUTHORITY. Dairy Industry Regulations, 1990. Disponível em: <www.maf.govt.nz/Dairy>. Acesso em: 15 fev. 2019.

PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S. C. Mastitis: counter attack – a strategy to combat mastitis. Naperville: Babson Bros. Co. , 1991. 150 p.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. Barueri (SP): Manole, 2006. 314 p. v. 1.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Controle de mastite e qualidade do leite – Desafios e soluções. Pirassununga (SP): Edição dos autores, 2019. 301 p. v. 1.

SENAC.DN. Manual de Elementos de Apoio para o sistema APPCC. Rio de Janeiro, 2001, 282 p. (Qualidade e Segurança Alimentar). Projeto APPCC Mesa. Convênio CNC/CNI/SEBRAE/ANVISA.COMITÊ GESTOR NACIONAL DO PAS